

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. Dezember 2003 (24.12.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/107259 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G06K 9/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE03/00452

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Februar 2003 (14.02.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 26 257.8 13. Juni 2002 (13.06.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ENGELBERG,

Thomas [DE/DE]; Bleicherstr. 21, 31137 Hildesheim
(DE). ABRAHAM, Steffen [DE/DE]; Leibnizstr.
29, 31134 Hildesheim (DE). FREIENSTEIN, Heiko
[DE/DE]; Luisenstr. 4a, 31141 Hildesheim (DE). TRINH,
Hoang [DE/DE]; Alter Markt 13, 31134 Hildesheim (DE).
BOTHE, Hans-Dieter [DE/DE]; Bornstr. 67, 30926
Seelze (DE).

(81) Bestimmungsstaat (national): US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

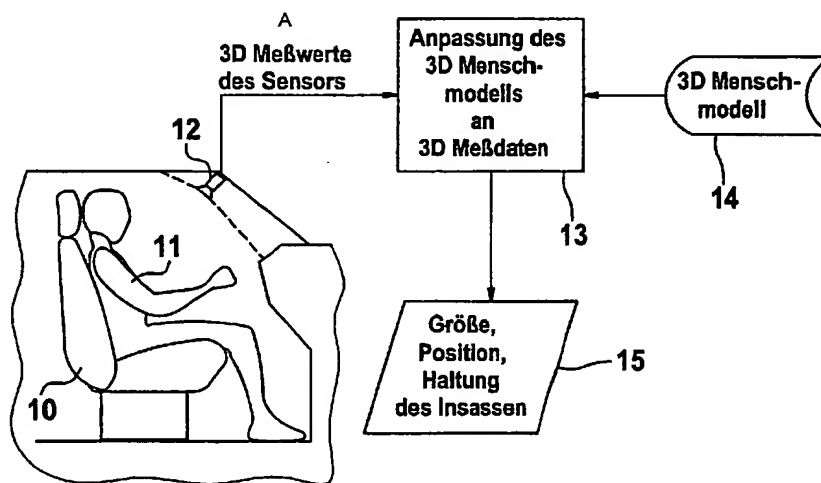
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR DETECTING A PERSON IN A SPACE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR DETEKTION EINER PERSON IN EINEM RAUM



A. 3D MEASURING VALUES OF THE SENSOR

13. ADAPTATION OF THE 3D HUMAN MODEL TO THE 3D MEASURING DATA

14. 3D HUMAN MODEL

15. SIZE, POSITION, STANCE OF THE PASSENGER

(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting a person in a space. According to said method: at least one depth sensor produces spatial data relating to the area to be observed; at least one partial model which can be sub-divided into other partial models is used for at least one pre-determined part of the human body; the spatial data is used to adapt the partial models, said adaptation is checked by means of position parameters between the partial models of different parts of the body; and the person is identified by means of a complete model consisting of the checked partial models.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/107259 A1



(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Detektion einer Person in einem Raum vorgeschlagen, wobei wenigstens ein Tiefensensor räumliche Daten über den zu beobachtenden Raum erzeugt, wobei für wenigstens ein vorgegebenes Körperteil eines Menschen wenigstens ein in weitere Teilmodelle unterteilbares Teilmodell verwendet wird, wobei die räumlichen Daten zur Anpassung der Teilmodelle verwendet werden, wobei die Anpassung durch Lageparameter zwischen den Teilmodellen unterschiedlicher Körperteile überprüft wird und die Person mittels eines Gesamtmodells aus den geprüften Teilmodellen erkannt wird.

5

10 Verfahren zur Detektion einer Person in einem Raum

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Detektion einer Person in einem Raum nach der Gattung des unabhängigen Patentanspruchs.

Vorteile der Erfindung

20

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Erkennung einer Person in einem Raum mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs hat den Vorteil, dass es einen Kompromiss zwischen Komplexität und Einfachheit darstellt: Komplexe Situationen, das sind beispielsweise Personen in ungewöhnlichen Posen, mit ungewöhnlicher Bekleidung oder mit teilweisen Verdeckungen werden mit einem niedrigen Aufwand bearbeitet. Dabei ist zu beachten, dass unter der Detektion einer Person auch die Detektion bestimmter Körperteile verstanden wird.

25

30

Das vorgestellte Verfahren konzentriert sich bei der Suche auf vergleichsweise wenige Körperteile, die sicher und schnell detektiert werden können, beispielsweise den Kopf. Befindet sich der Kopf eines Insassen an einer ungewöhnlichen Stelle im Kraftfahrzeug, oder gibt es zwei Insassen pro Sitz im Kraftfahrzeug oder existieren Teilverdeckungen des Körpers, werden die jeweiligen Köpfe trotzdem gefunden, weil nicht ein vollständiges Menschenmodell mit der Szene in Einklang gebracht werden muss.

35

Das Verfahren sieht für einen Körperteil verschiedene Teilmodelle vor, die eine Funktion des Verfahrens bei unterschiedlicher Bekleidung und Kopfbedeckung sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist demnach sowohl dem modellfreien als auch einem komplexen vollständigen CAD-Modell überlegen, weil es auch mit untypischen Szenarien zurechtkommt. Modellfrei bedeutet, dass hier die Volumenverteilung oder andere Merkmale wie Krümmung oder Textur direkt von einem Klassifikator ausgewertet werden. Ein schwerwiegender Nachteil ist bei diesen Verfahren, dass nicht alle Situationen (z.B. Pose oder Bekleidung) im Training erfasst werden können. Daraus resultiert eine ungenügende Erkennungsleistung für modellfreie Ansätze.

Es ist im Gegensatz zum CAD-Modell schnell, da nur wenige Parameter geschätzt werden. Günstig für einen schnellen Algorithmus ist auch, dass zur Anpassung eines Teilmodells nicht alle Messwerte berücksichtigt werden müssen, sondern nur die des zu untersuchenden Volumens. Kennzeichnend für das erfindungsgemäße Verfahren ist die Anpassung eines hierarchischen Modells für einen Menschen an räumliche Daten eines Tiefensensors. Dieser Tiefensensor ist vorzugsweise hochauflösend. Vorteilhaft ist insbesondere die Organisation des Modells und die Methode der Anpassung an die räumlichen Daten des Tiefensensors. Das Modell ist dabei ein Formmodell (Oberflächenmodell) des menschlichen Körpers. Es ist so beschaffen, dass es artikulierbar ist, d.h. beweglich, und unterschiedliche Ausprägungen von Körper und Bekleidung beschreiben kann.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen und Weiterbildungen sind vorteilhafte Verbesserungen des im unabhängigen Patentanspruch angegebenen Verfahrens zur Erkennung einer Person in einem Raum möglich.

Besonders vorteilhaft ist, dass das Gesamtmodell durch eine weitere Anpassung der Teilmodelle mittels der Daten in vorgegebenen Zeitabständen zur zeitlichen Verfolgung der Person angepasst wird. Damit wird ein sogenanntes Tracking möglich, wobei eine vollständige Anpassung nicht mehr notwendig ist, aber die erkannten Körperteile räumlich und zeitlich verfolgbar sind.

Weiterhin ist es von Vorteil, dass wenigstens ein Körperteil, der Kopf, die Schulter oder beispielsweise auch die Brust eines Menschen, insbesondere in Kraftfahrzeuganwendungen wie Rückhaltesystemen oder Insassenzustandsbeobachtung von besonderer Bedeutung für die Klassifizierung eines Insassen ist. Außerdem sind diese Körperteile besonders einfach zu erkennen.

Darüber hinaus ist es von Vorteil, dass Intensitätsinformationen aus den Daten verwendet werden, das sind Texturmerkmale, beispielsweise Graustufen aus dem Graubild oder Farbwerte aus dem Farbbild, das jeweils mittels eines bildgebenden Sensors ermittelt wird. Diese Texturmerkmale können dann einzelnen Körperteilen zugeordnet werden, um eine genauere Information den einzelnen Körperteilen zuzuordnen. Damit ist auch eine Konsistenzprüfung möglich, um die Detektion einer Person zu erreichen.

Die allgemeine Konsistenzprüfung wird jedoch mittels der Lageparameter durchgeführt, die die Beziehung zwischen den einzelnen Teilmodellen, die unterschiedlichen Körperteilen zugeordnet sind, definieren. Diese Konsistenzprüfung ermöglicht, dass die Anpassung der Teilmodelle durch die Sensormesswerte zu sinnvollen Wertveränderungen führt.

Des weiteren ist es von Vorteil, dass das Gesamtmodell einem Rückhaltesystem in einem Fahrzeug, in dem sich die Person befindet, zur Insassenklassifizierung übermittelt wird. Damit ist dann insbesondere eine Personendetektion möglich, wobei vor allem die Haltung des Insassen detektiert wird, um eine gefährliche Position des Insassen in Bezug auf Airbags und Gurtstraffer zu ermitteln. Es werden also die sogenannten Out-of-position-Positionen ermittelt, um in solchen Positionen ein Aktivieren der Airbags zur Vermeidung von Verletzungen zu verhindern. Durch das sogenannte Tracking wird ein dynamisches Out-of-position-sensing ermöglicht. Es erfolgt also die Erfassung der Haltung des Insassen in Echtzeit. Dies spielt insbesondere bei schnellen Bewegungen des Kopfes relativ zum Sensor, die beispielsweise durch Verzögerungen des Fahrzeugs bei Bremsmanövern oder Kollisionen induziert werden. Auch eine Klassifizierung der Insassen aufgrund von Größe oder biometrischen Verhältnissen, beispielsweise des mittleren Kopfradius oder Schulterbreite, ist hier möglich.

Eine weitere Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bietet der Einklemmschutz für Gliedmaßen bzw. Objekte bei motorisch betriebenen Fensterscheiben. Ebenso kann die Gliedmassendetektion zur Gestenerkennung eingesetzt werden. Die Überwachung des Innenraums im parkenden Zustand des Fahrzeugs kann eine Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens sein. Dies kann insbesondere bei einem Diebstahlwarnsystem zur Anwendung gelangen. Auch eine automatische Betätigung der Türkindersicherung gegen ein versehentliches Öffnen, falls ein Kind durch das

erfindungsgemäße Verfahren detektiert wurde, ist hier möglich. In Verbindung mit einem Temperatursensor kann durch Öffnen und Schließen der Fenster bzw. eine Regelung der Klimaanlage die Temperatur eingestellt werden, falls sich eine Person oder insbesondere ein Kind alleine im Innenraum eines parkenden Fahrzeugs befindet. Auch
5 Komfortfunktionen können durch das erfindungsgemäße Verfahren profitieren. Die Einstellungen von Kopfstützen, Spiegeln, Sonnenblenden, des Lenkrads und/oder der Kontursitze können automatisch erfolgen. Die Steuerung anderer Systeme, die die genaue Position des Kopfes benötigen, wird ermöglicht, unter anderem eine Freisprecheinrichtung, Head-up-Displays oder Lärmbekämpfungssysteme. Andere
10 Verfahren z.B. zur Identifikation der Insassen oder die Augenlokalisierung werden durch eine präzise Kopflokalisation, gegebenenfalls mit einer Orientierungsmessung, unterstützt.

Der Tiefensensor ist insbesondere als Bildaufnehmer ausgebildet. Vor allem ein
15 Videosensor, z.B. ein Stereo-Kamerasystem oder ein Mehrkamerasystem, kann hier verwendet werden. Auch ein entfernungsmessender Matrixsensor, der das Laufzeitprinzip oder das Prinzip der Phasenmessung verwendet, ein Laser-Scanner, ein Laser-Radar oder eine strukturierte Beleuchtung können hier eingesetzt werden. Weiterhin ist es möglich, dass der entfernungsmessende Matrixsensor ein Mikrowellenradar verwendet, oder das
20 Messprinzip auf der Aussendung von Schallwellen (Ultraschall) oder einer beliebigen elektromagnetischen Strahlung (sichtbares Licht, unsichtbares Licht, Mikrowellen) beruht.

Ebenso kann die Repräsentation der in den Modulen enthaltenen Teilmodelle von ganz
25 unterschiedlicher Art sein, beispielsweise CAD-Daten, Messdaten, triangulierte Daten, Superquadrics oder flächenhafte Beschreibungen.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der
30 nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, Figur 2 ein erstes Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens, Figur 3 ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Verfahrens, Figur 4 eine Darstellung der hierarchischen Modelle, Figur 5 ein Formmodell
35 des Kopfes in verschiedenen Variationen und Detailtiefen, Figur 6 ein zweites

Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens und Figur 7 verschiedene Einbaupositionen zur Erfassung des hinteren Fahrzeuginnenraums.

Beschreibung

5 Systeme zur Sensierung des Kfz-Innenraums basieren auf unterschiedlichsten physikalischen Messprinzipien. Beispielsweise ist eine Gewichtsmatte hier einsetzbar, wobei anhand eines Druckprofils bestimmt wird, ob der Sitz leer oder belegt ist. In
10 Weiterbildungen kann eine Klassifizierung vorgenommen werden. Für das erfindungsgemäße Verfahren sind jedoch tiefenmessende Sensoriken relevant. Der entfernungsmessende Matrixsensor ist hier vorzugsweise als Bildaufnehmer ausgebildet. Ein solcher Bildaufnehmer kann ein Videosensor, ein Radarsensor, ein Ultraschallsensor oder ein Mehrkamerasystem sein. Dabei sind verschiedene Messprinzipien einsetzbar:
15 Das Laufzeitprinzip, das Prinzip der Phasenmessung, das Prinzip der strukturierten Beleuchtung und das Laser-Scanner-Prinzip.

Die räumlichen Daten des Tiefensensors, der im allgemeinen als Matrixsensor ausgebildet ist und mehr als hundert Messwerte quasi gleichzeitig erzeugt, werden zur
20 Detektion einer Person in einem Raum verwendet. Beim Kfz-Innenraum ist dies insbesondere die Belegungssituation. Neben der reinen Belegung ist es auch notwendig, eine Klassifizierung der Insassen vorzunehmen, also die Größe, Pose und das Gewicht, wobei insbesondere auch die Lokalisierung von einzelnen Körperteilen, beispielsweise
25 des Kopfes oder der Brust, zur Ansteuerung von beispielsweise Rückhaltesystemen, von großem Interesse ist. Auch für verschiedene Komfortfunktionen wie die Einstellung von Rückspiegeln sind solche Informationen nützlich.

Figur 1 zeigt in einem Blockschaltbild eine erfindungsgemäße Vorrichtung. Eine Person
30 6 wird von einem Tiefensensor 1 bezüglich seiner räumlichen Ausdehnung erfasst. Der Tiefensensor 1 ist beispielsweise in einem Fahrzeuginnenraum angeordnet, um als Bildaufnehmer zu wirken. Diese räumlichen Daten werden einem Prozessor 2 übermittelt, auf dem das erfindungsgemäße Verfahren ausgeführt wird. In Abhängigkeit vom Ergebnis des erfindungsgemäßen Verfahrens werden von dem Prozessor 2 ein
35 Rückhaltesystem 3, eine Einklemmfunktion 4 und Komfortfunktionen 5 angesteuert. Der Prozessor 2 kann daher in einem Steuergerät angeordnet sein.

Es sind auch weitere Fahrzeugfunktionen durch den Prozessor 2 ansteuerbar, so dass auch diese Fahrzeugfunktionen von dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Detektion einer Person profitieren können. Das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch auch außerhalb von Kraftfahrzeugen, beispielsweise zur Videoüberwachung, von großem Interesse. Auch Zugangssysteme können von dem erfindungsgemäßen Verfahren profitieren.

Figur 2 zeigt in einem ersten Flussdiagramm den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens. In Verfahrensschritt 6 erzeugt der Sensor 1 Sensorwerte, die räumliche Daten zur Person 6 liefern. Diese werden an den Prozessor 2 übertragen. Der Prozessor 2 lädt auf seinem Speicher ein Modell eines Menschen, das hierarchisch strukturiert ist. D.h., für verschiedene Körperteile liegen Teilmodelle vor, die wiederum in weitere Teilmodelle unterteilt werden. Diese Unterteilung wird vorgenommen, um für verschiedene typische Bekleidungssituationen des betreffenden Körpers eine optimale Anpassung vornehmen zu können. Der Prozessor 2 wählt nun in der untersten Ebene der Teilmodelle das geeignete Teilmodell aus und führt eine Anpassung mit den räumlichen Daten durch. Dabei kann jede Optimierungsmethode eingesetzt werden.

In Verfahrensschritt 8 wird überprüft, ob diese Anpassung konsistent bezüglich der Lageparameter ist. Ist das nicht der Fall, wird zu Verfahrensschritt 7 zurückgesprungen, um die Anpassung zu wiederholen. Ist das jedoch der Fall, dann wird in Verfahrensschritt 9 aus den Teilmodellen schrittweise das Gesamtmodell zusammengestellt. Werden dabei bestimmte Körperteile nicht gefunden, z.B. durch einen Verdeckungseffekt, erhält man dennoch eine konsistente Interpretation der räumlichen Daten. Dieses Gesamtmodell dient dann zur Erkennung der Person. Diese Daten werden dann anderen Funktionen wie dem Rückhaltesystem, der Komfortfunktion oder dem Einklemmschutz zur Verfügung gestellt.

Figur 3 erläutert in einem Blockdiagramm das erfindungsgemäße Verfahren. Auf einem Fahrzeugsitz 10 sitzt eine Person 11, die durch einen Tiefensensor 12 räumlich erfasst wird. Dieser Tiefensensor 12 ist hier als ein Videosensor ausgebildet und oberhalb der Windschutzscheibe angeordnet. Es sind jedoch auch andere Einbauorte für den Tiefensensor 12 im Fahrgastinnenraum möglich. Die räumlichen Messwerte des Sensors 12 werden zu einem Prozessor 13 übertragen, der die Anpassung des räumlichen Modells über die Teilmodelle an die räumlichen Messdaten vornimmt. Dazu wird ein

Gesamtmodell 14 aus einem Speicher geladen. Als Ausgabegröße 15 liefert der Prozessor 13 die Größe, Position und Haltung des Insassen.

In Figur 4 ist das hierarchische Modell an einem Beispiel ausgeführt. Das gesamte Modell wird als Formmodell 0 16 bezeichnet. Dieses Modell 16 ist weiterhin in eine oder mehrere Einheiten 17 bis 19 gegliedert. Diese werden mit Formmodell 1 bis Formmodell 3 bezeichnet. Die zugelassenen Beziehungen dieser Teilmodelle zueinander, die durch die relativen Lageparameter definiert sind, sind für diese Teilmodelle abgelegt. Analog zur Gliederung des Formmodells 0 in seine Teilmodelle können auch diese wieder in Teilmodelle zerlegt werden und die Beziehungen der Teilmodelle vorgegeben werden. Die Teilmodelle des Formmodells x werden mit Formmodell x.y bezeichnet. Dabei bedeutet y eine natürliche Zahl ungleich Null. Das Modell kann beliebig viele Ebenen dieser Art enthalten. Die Anzahl der weiteren Unterteilungen und die Tiefe der Unterteilungen, also die Anzahl der Ebenen, ist nicht vorgegeben und kann für verschiedene Teilmodelle unterschiedlich gehandhabt werden. Allen Ästen des Modells ist gemeinsam, dass sie als letzte Ebene ein oder mehrere Oberflächenmodelle enthalten. Die Sammlung von Oberflächenmodellen beschreibt das jeweilige Körperteil in verschiedenen Ausprägungen und Detailtiefen. Das Teilmodell Formmodell 1.17 setzt sich aus Teilmodellen für den Kopf 27 zusammen. Das Formmodell 2.18 unterteilt sich in die Formmodelle 2.1.20 und 2.2.21. Dabei ist das Formmodell 2.1 für den Oberarm 28 zuständig und das Formmodell 2.2 für den Unterarm 29. Das Formmodell 3.19 unterteilt sich in drei Formmodelle 3.1.22, 3.2.23 und 3.3.24. Diese sind durch die relative Lageparameter zueinander definiert. Das Formmodell 3.1.22 unterteilt sich in die Formmodelle 3.1.1 und 3.1.2. Diese sind jeweils mit den Bezugszeichen 25 und 26 versehen. Das Formmodell 3.1.1 unterteilt sich in weitere Teilmodelle 30, die hier die Schulter definieren. Das Formmodell 3.1.2 definiert verschiedene Rumpfformationen. Ebenso sind den Formmodellen 3.2.23 und Formmodell 3.3.24 jeweils Körperteile 32 und 33 zugeordnet. Die Anzahl der weiteren Unterteilungen und die Tiefe der Unterteilungen, also die Anzahl der Ebenen, sind nicht vorgegeben und können für verschiedene Teilmodelle unterschiedlich gehandhabt werden. Allen Ästen des Modells ist gemeinsam, dass sie als letzte Ebene ein oder mehrere Oberflächenmodelle enthalten. Die Sammlung von Oberflächenmodellen beschreibt das jeweilige Körperteil in verschiedenen Ausprägungen und Detailtiefen. Bei der Anpassung des Modells an die Szene wird das Modell ausgehend von bestimmten Formmodellen oder einzelnen Oberflächenmodellen abgearbeitet. Diese Einzelteile werden zum Gesamtmodell unter Berücksichtigung der

Konsistenz bezüglich der Lageparameter zusammengesetzt. Es ist auch möglich, nach der Bestimmung der groben Lageparameter weitere Anpassung detaillierter Oberflächen unter Berücksichtigung der Konsistenzbedingungen durchzuführen.

5 Werden bestimmte Körperteile nicht gefunden, beispielsweise durch Verdeckungseffekte, erhält man trotzdem eine konsistente Interpretation der räumlichen Messdaten.

10 Eine beispielhafte Sammlung von Oberflächenmodellen des Kopfes ist in Figur 5 dargestellt. Auf der Abszisse 34 wird die Komplexität der Modellvarianten zunehmend. Auf der Ordinate 35 wird eine zunehmende Detailtiefe des Modells beschrieben. Das einfachste Modell 36 wird zum komplexeren Teilmodell 37, das sich in ein detailgetreueres Modell 38 und ein noch detaillierteres Modell 40 untergliedert, wobei das detailliertere Modell 40 schon die Kopfform einigermaßen genau darstellt. Zu Modell 38 ist das Modell 39 mit gleicher Detailtiefe, aber größerer Komplexität vorhanden. Wird zu Modell 39 eine höhere Detailtiefe gewählt, gelangt man zum Modell 41, das einen Kopf mit einem Hut mit Hutkrempe zeigt. Die Teilmodelle 40 und 41 werden letztlich zur Anpassung an die räumlichen Daten verwendet.

20 Figur 6 zeigt ein zweites Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens. In Verfahrensschritt 43 werden die räumlichen Daten von dem Tiefensensor 1 erzeugt. In Verfahrensschritt 45 wird eine zu untersuchende Region festgelegt. Dies erfolgt durch Daten bereits bearbeiteter Formmodelle der Detektionsstatus, Position und Lageparameter aus Verfahrensschritt 44. In den Verfahrensschritten 46 und 47 erfolgt unter Berücksichtigung des räumlichen Formmodells aus Verfahrensschritt 42 die Anpassung des Modells an die räumlichen Daten. Dieser Schritt kann beispielsweise durch eine Standardmethode zur Modellanpassung im Sinn des kleinsten quadratischen Fehlers erfolgen.

30 War diese Anpassung erfolgreich, dann erfolgt in Verfahrensschritt 48 ein Abspeichern des Detektionsstatus bezüglich Position und Lageparameter. In Verfahrensschritt 49 erfolgt dann eine Konsistenzüberprüfung der Position und Lageparameter des Modells. Dazu werden erneut die Daten bereits bearbeiteter Formmodelle aus Verfahrensschritt 44 verwendet. In Verfahrensschritt 50 werden die Ergebnisse der Anpassung im Detektionsstatus des Teilmodells festgehalten. Der Detektionsstatus und die Lageparameter werden in die nächsthöhere Ebene weitergegeben. Gibt es wiederum

Beziehungen zu einem anderen Modell, wird eine Konsistenzprüfung durchgeführt, bis das Gesamtmodell zusammengeführt wurde. Wurde das Modell erst einmal angepasst, kann im weiteren auf eine vollständige Anpassung verzichtet und die gefundenen Körperteile räumlich und zeitlich verfolgt werden. Für eine schnelle und robuste Realisierung sollten nur die Körperteile in das Modell aufgenommen werden, die sich schnell und sicher detektieren lassen, typischerweise der Kopf, Rumpf und Arme. Eine zentrale Rolle im Modell spielt das Kopfmodul und der Oberkörper, da der menschliche Kopf für die gegebene Aufgabenstellung von herausragender Bedeutung ist und außerdem vergleichsweise forminvariant ist und meist auch räumlich exponiert und somit relativ sicher zu lokalisieren ist. Das vorgestellte Verfahren ist im allgemeinen unabhängig von der Quelle der räumlichen Daten.

Figur 7 zeigt im Bild a einen zusätzlichen Sensor zur Erfassung des hinteren Fahrzeuginnenraums. Figur 7b dagegen zeigt eine alternative Einbauposition des Sensors zur Erfassung des gesamten hinteren Fahrzeuginnenraums. Dieses wird mit dem Bezugszeichen 52 bezeichnet, während in Figur 7a der Sensor 53 für den Vordersitz und der Sensor 51 für den hinteren Sitz vorgesehen sind.

5

10

Patentansprüche

15

1. Verfahren zur Detektion einer Person in einem Raum, wobei wenigstens ein Tiefensensor (1) räumliche Daten über den zu beobachtenden Raum erzeugt, wobei für wenigstens ein vorgegebenes Körperteil eines Menschen wenigstens ein in weitere Teilmodelle (17 bis 33) unterteilbares Teilmodell verwendet wird, wobei die räumlichen Daten zur Anpassung der Teilmodelle (17 bis 33) verwendet werden, wobei die Anpassung durch Lageparameter zwischen den Teilmodellen (17 bis 33) unterschiedlicher Körperteile überprüft wird und die Person mittels eines Gesamtmodells aus den geprüften Teilmodellen erkannt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gesamtmodell (16) durch eine weitere Anpassung der Teilmodelle (17 bis 33) mittels der Daten in vorgegebenen Zeitabständen zur zeitlichen Verfolgung der Personen angepasst wird.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Körperteil der Kopf eines Menschen ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Körperteil die Schulter ist.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Intensitätsinformation aus den Daten verwendet wird.
- 35 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gesamtmodell (16) oder wenigstens ein Teil des Gesamtmodells (16) einem

Rückhaltesystem (3) in einem Fahrzeug, in dem sich eine Person befindet, zur Insassenklassifizierung übermittelt wird.

- 5
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Gesamtmodell in einem Einklemmschutz (4) verwendet wird.
8. Verwendung eines Tiefensensors in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Tiefensensor (1) wenigstens einen Bildaufnehmer aufweist.
- 10
9. Tiefensensor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Bildaufnehmer als Videosensor ausgebildet ist.
- 15
10. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Einstellung von Komfortfunktionen (5) in einem Fahrzeug.

1 / 6

Fig. 1

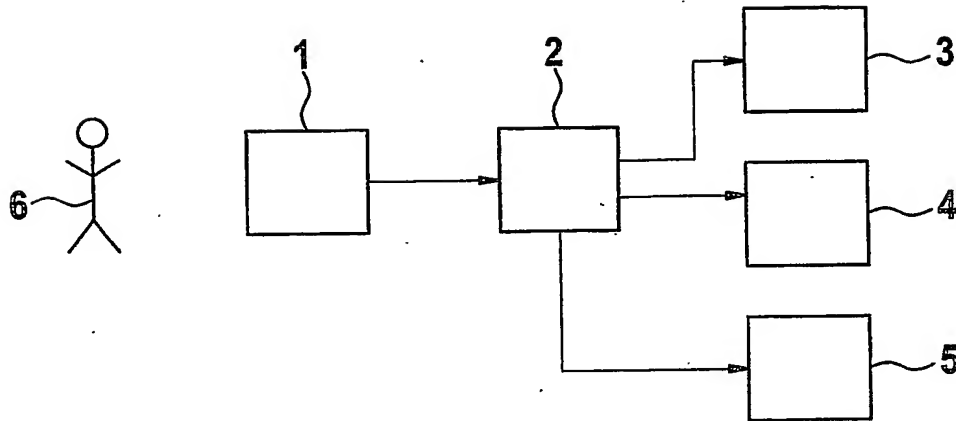


Fig. 2

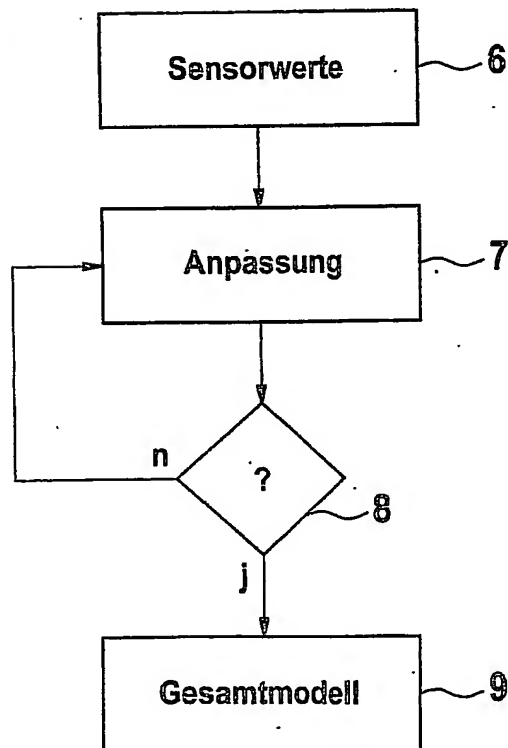


Fig. 3

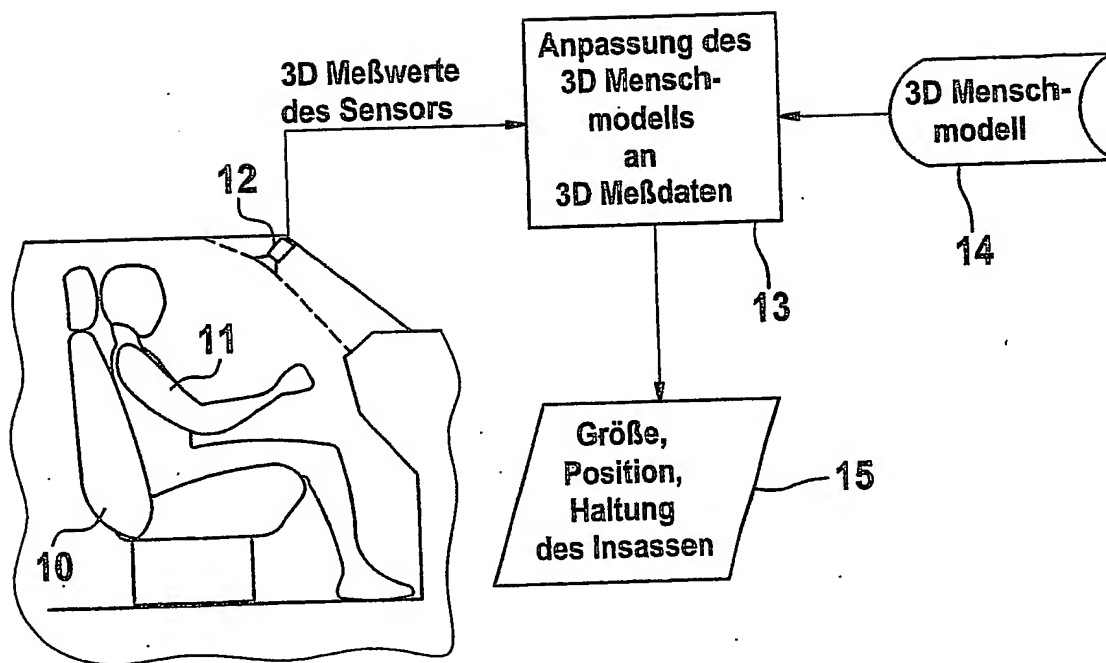


Fig. 4

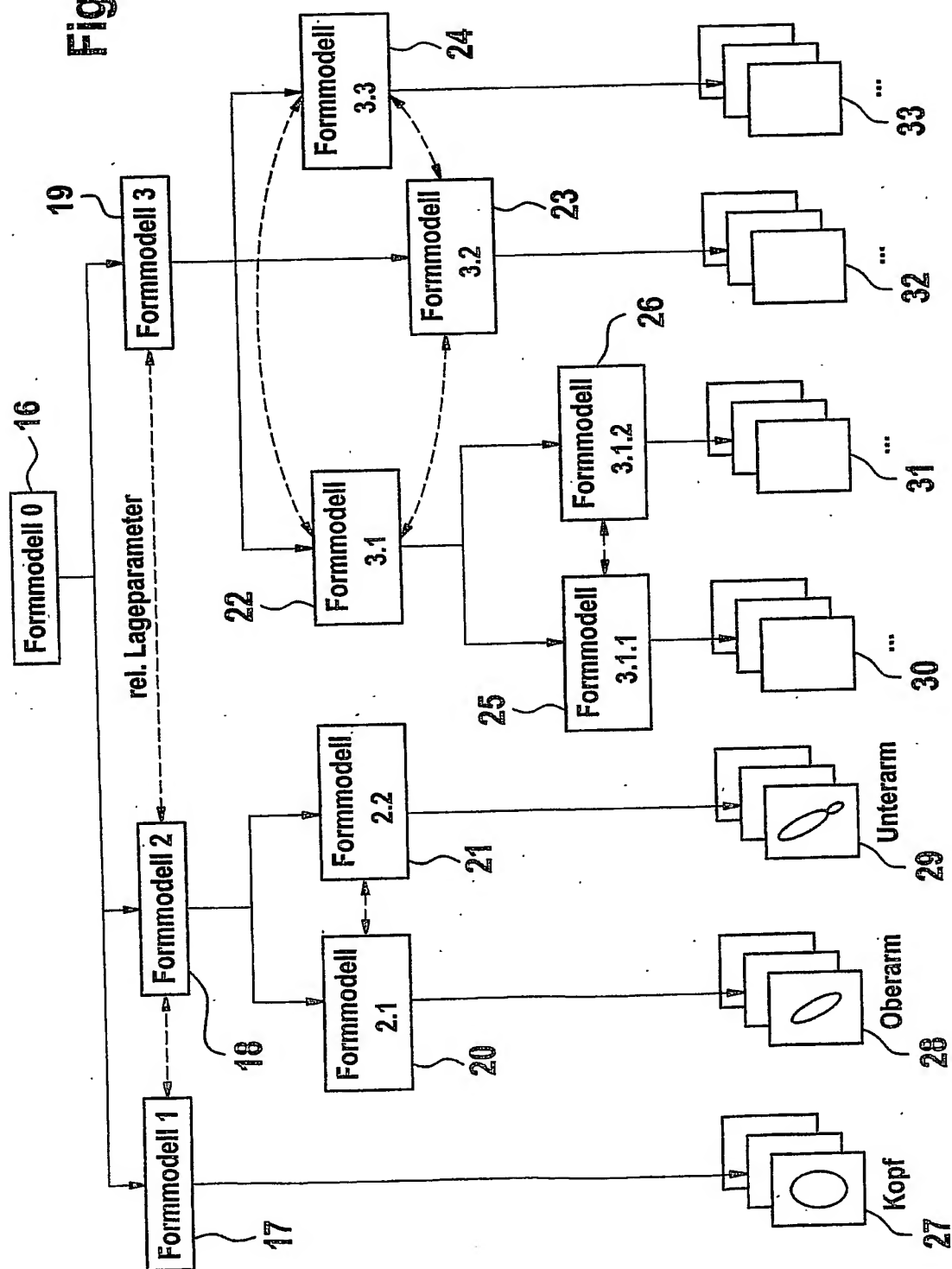
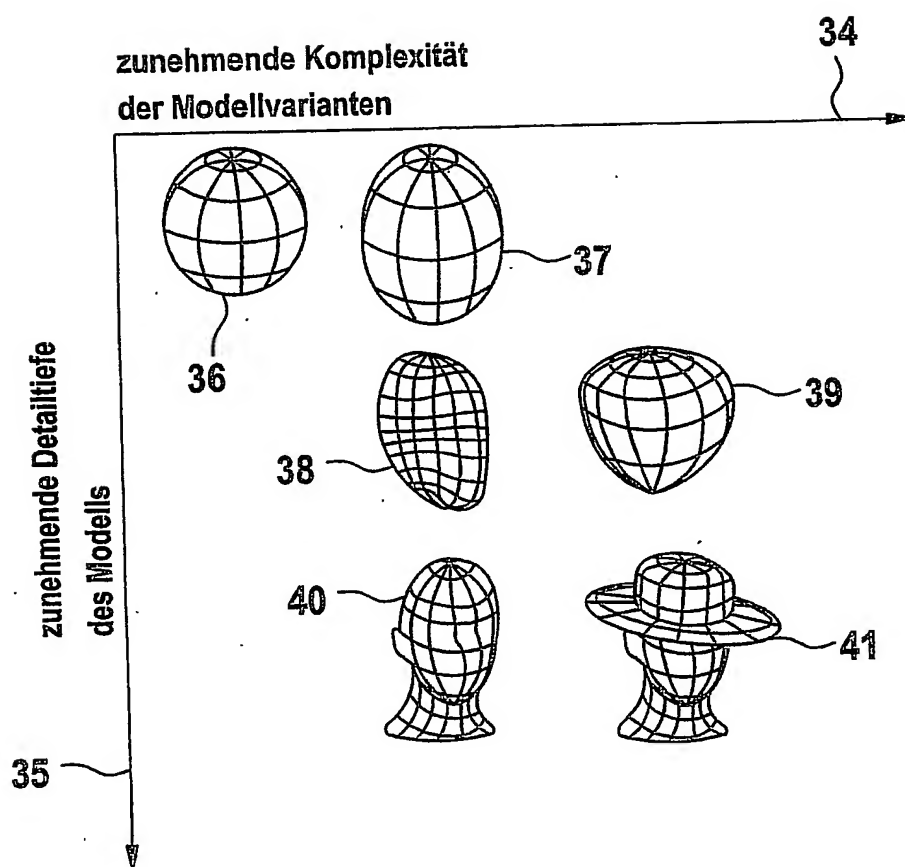
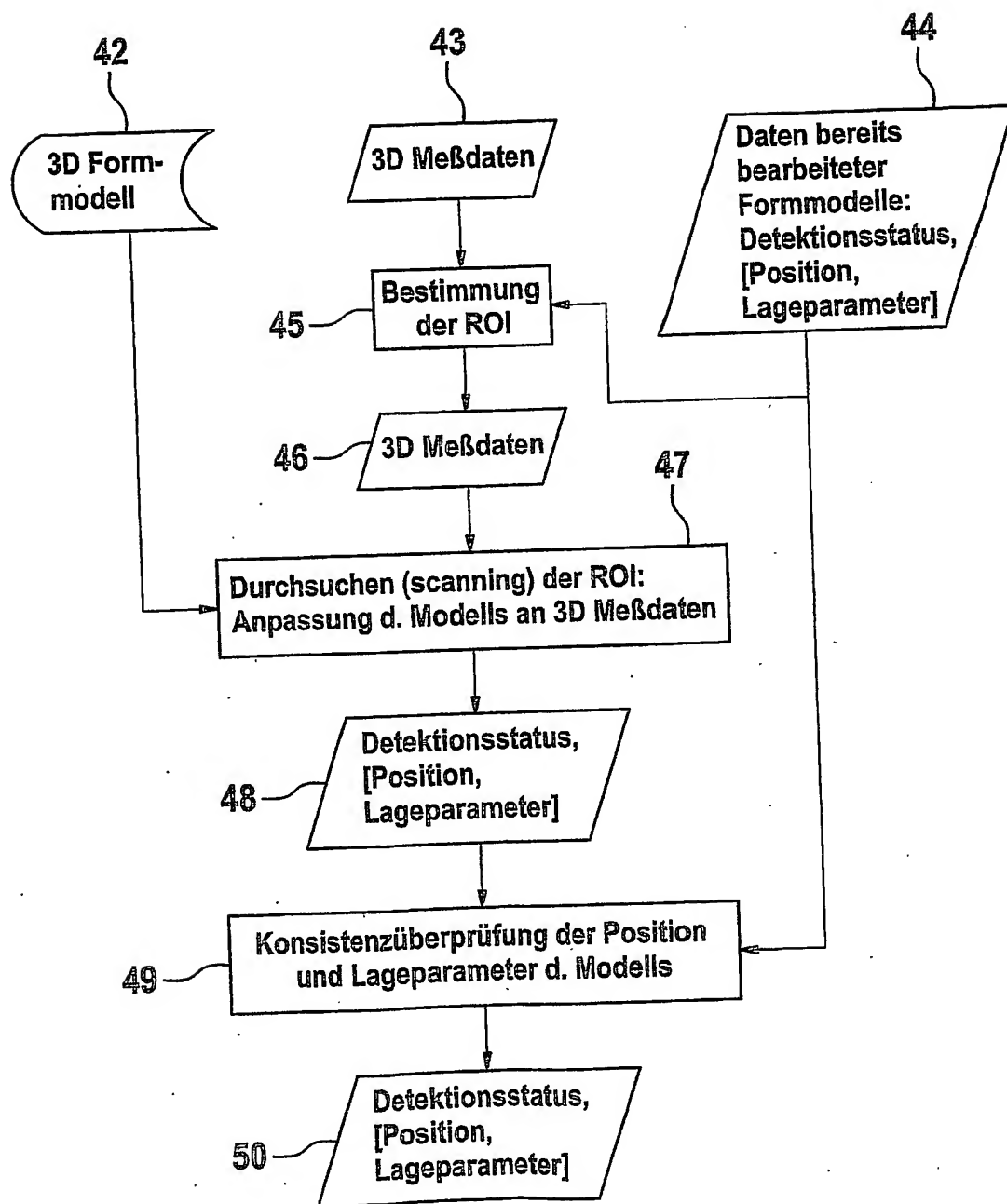


Fig. 5

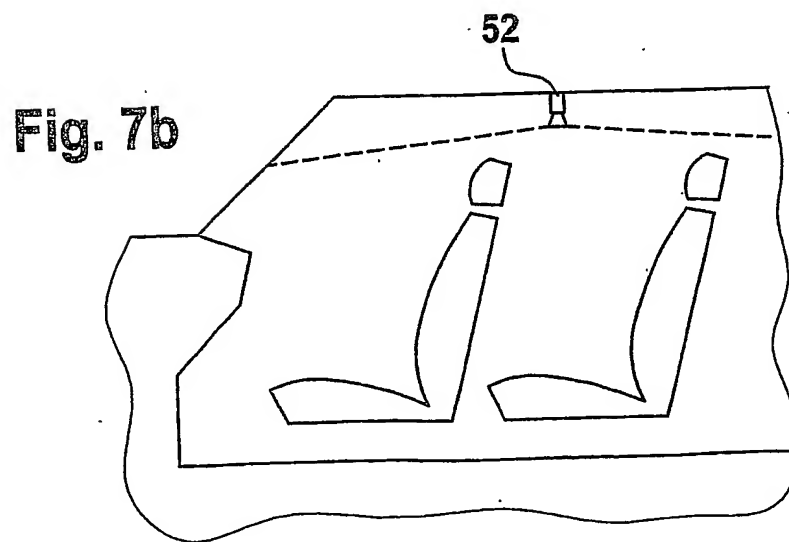
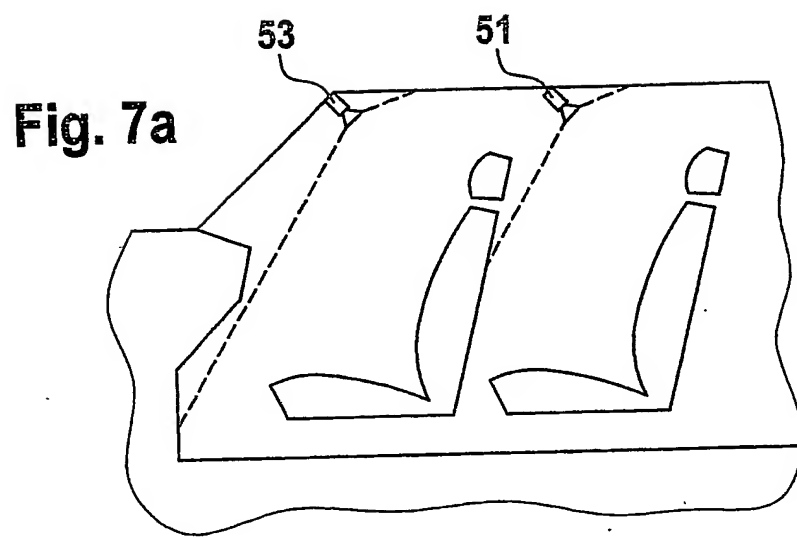


5 / 6

Fig. 6



6/6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. Patent No.
PCT/DE 93/0452

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G06K9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, IBM-TDB, PAJ, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ROHR K: "Incremental recognition of pedestrians from image sequences" COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION, 1993. PROCEEDINGS CVPR '93., 1993 IEEE COMPUTER SOCIETY CONFERENCE ON NEW YORK, NY, USA 15-17 JUNE 1993, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC, 15 June 1993 (1993-06-15), pages 8-13, XP010095873 ISBN: 0-8186-3880-X page 9, left-hand column, paragraph 2 page 10, left-hand column, paragraph 2 -- -/--	1-5,8,9

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 June 2003

Date of mailing of the international search report

30/06/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Granger, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Internat
 PCT/DE 03/00452

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>WO 99 53443 A (ELAGIN EGOR VALERIEVICH ;EYEMATIC INTERFACES INC (US); MAURER THOM) 21 October 1999 (1999-10-21) page 3, line 18 - line 29 page 8, line 12 - line 20 page 10, line 8 -page 16, line 2 page 17, line 3 - line 5 page 32, line 3 -page 33, line 12</p>	1,2,5,8, 9
A	<p>D. MARR & H. NISHIHARA: "Representation and Recognition of the Spatial Organization of Three-Dimensional Shapes" PROC. ROYAL SOC. LONDON, vol. 200, 1978, pages 269-294, XP008018438 London, England page 286, paragraph 2 -page 288, paragraph 3; figure 8 page 277, last paragraph -page 279, paragraph 2; figure 3</p>	1
A	<p>DE 198 14 691 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 4 March 1999 (1999-03-04) column 24, last paragraph -column 25, paragraph 1 column 24, paragraph 3</p>	1-10
A	<p>S. PARK: "Optische Kfz-Innenüberwachung" ELEKTRONISCH VERFÜGBARE DISSERTATIONEN UND HABILITATIONSSCHRIFTEN AN DER UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK DUISBURG, 'Online! 17 October 2000 (2000-10-17), pages 1-170, XP002244749 Duisburg, Deutschland Retrieved from the Internet: <URL:http://www.ub.uni-duisburg.de/diss/di ss0102/parkdiss.pdf> 'retrieved on 2003-06-18! the whole document</p>	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

... on patent family members

Internation No

PCT/DE 03/00452

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9953443	A	21-10-1999	US 6272231 B1	07-08-2001
			AU 3490499 A	01-11-1999
			AU 3554199 A	01-11-1999
			AU 3639699 A	01-11-1999
			BR 9909611 A	19-12-2000
			BR 9909623 A	19-12-2000
			CA 2326816 A1	21-10-1999
			CA 2327304 A1	21-10-1999
			EP 1072014 A1	31-01-2001
			EP 1072018 A1	31-01-2001
			JP 2002511617 T	16-04-2002
			JP 2002511620 T	16-04-2002
			WO 9953443 A1	21-10-1999
			WO 9953430 A1	21-10-1999
			WO 9953427 A1	21-10-1999
			US 6301370 B1	09-10-2001
			US 2003007666 A1	09-01-2003
			US 2002118195 A1	29-08-2002
			US 2001033675 A1	25-10-2001
			US 2002015512 A1	07-02-2002
			US 2002067362 A1	06-06-2002
DE 19814691	A	04-03-1999	DE 19814691 A1	04-03-1999
			JP 11217056 A	10-08-1999
			US 6116640 A	12-09-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internal Zeichen

PCT/DE 03/00452

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G06K9/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G06K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, IBM-TDB, PAJ, COMPENDEX, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>ROHR K: "Incremental recognition of pedestrians from image sequences" COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION, 1993. PROCEEDINGS CVPR '93., 1993 IEEE COMPUTER SOCIETY CONFERENCE ON NEW YORK, NY, USA 15-17 JUNE 1993, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC, 15. Juni 1993 (1993-06-15), Seiten 8-13, XP010095873 ISBN: 0-8186-3880-X Seite 9, linke Spalte, Absatz 2 Seite 10, linke Spalte, Absatz 2 --- -/--</p>	1-5,8,9

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Juni 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

30/06/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Granger, B

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internal - as Zeichen

PCT/DE 03/00452

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 99 53443 A (ELAGIN EGOR VALERIEVICH ;EYEMATIC INTERFACES INC (US); MAURER THOM) 21. Oktober 1999 (1999-10-21) Seite 3, Zeile 18 - Zeile 29 Seite 8, Zeile 12 - Zeile 20 Seite 10, Zeile 8 -Seite 16, Zeile 2 Seite 17, Zeile 3 - Zeile 5 Seite 32, Zeile 3 -Seite 33, Zeile 12 -----	1,2,5,8, 9
A	D. MARR & H. NISHIHARA: "Representation and Recognition of the Spatial Organization of Three-Dimensional Shapes" PROC. ROYAL SOC. LONDON, Bd. 200, 1978, Seiten 269-294, XP008018438 London, England Seite 286, Absatz 2 -Seite 288, Absatz 3; Abbildung 8 Seite 277, letzter Absatz -Seite 279, Absatz 2; Abbildung 3 -----	1
A	DE 198 14 691 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 4. März 1999 (1999-03-04) Spalte 24, letzter Absatz -Spalte 25, Absatz 1 Spalte 24, Absatz 3 -----	1-10
A	S. PARK: "Optische Kfz-Innenüberwachung" ELEKTRONISCH VERFÜGBARE DISSERTATIONEN UND HABILITATIONSSCHRIFTEN AN DER UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK DUISBURG, 'Online! 17. Oktober 2000 (2000-10-17), Seiten 1-170, XP002244749 Duisburg, Deutschland Gefunden im Internet: <URL:http://www.ub.uni-duisburg.de/diss/di ss0102/parkdiss.pdf> 'gefunden am 2003-06-18! das ganze Dokument -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung

zu Patentfamilie gehören

Internal

SA 0452

PCT/DE 03/0452

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9953443	A	21-10-1999	US 6272231 B1 07-08-2001
		AU 3490499 A	01-11-1999
		AU 3554199 A	01-11-1999
		AU 3639699 A	01-11-1999
		BR 9909611 A	19-12-2000
		BR 9909623 A	19-12-2000
		CA 2326816 A1	21-10-1999
		CA 2327304 A1	21-10-1999
		EP 1072014 A1	31-01-2001
		EP 1072018 A1	31-01-2001
		JP 2002511617 T	16-04-2002
		JP 2002511620 T	16-04-2002
		WO 9953443 A1	21-10-1999
		WO 9953430 A1	21-10-1999
		WO 9953427 A1	21-10-1999
		US 6301370 B1	09-10-2001
		US 2003007666 A1	09-01-2003
		US 2002118195 A1	29-08-2002
		US 2001033675 A1	25-10-2001
		US 2002015512 A1	07-02-2002
		US 2002067362 A1	06-06-2002
DE 19814691	A	04-03-1999	DE 19814691 A1 04-03-1999
		JP 11217056 A	10-08-1999
		US 6116640 A	12-09-2000